



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000126879 A**

(43) Date of publication of application: 09.05.00

(51) Int. Cl. **B23K 26/00**
// H05K 3/00

(21) Application number: 10303697

(22) Date of filing: 26.10.98

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **KINOSHITA HISASHI**
NISHIGAKI HIROBUMI
KARASAKI HIDEHIKO
NAGATOSHI HIDEAKI

(54) **LASER BEAM MACHINING DEVICE AND ITS CONTROL METHOD**

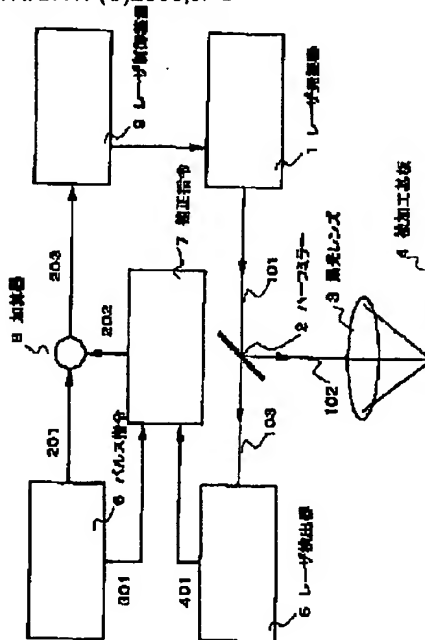
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a machined shape of a via hole uniform by using a laser beam of pulse oscillation and controlling a pulse laser beam output to a constant value for a long term.

SOLUTION: A device is provided with a laser beam oscillator 1 to output a pulse laser beam, a pulse laser beam detector 5 to measure a pulse laser beam output, a pulse command part 6 to make a pulse laser beam output variable by changing a pulse width with a conversion table in which relations between a pulse width command 201 and a pulse laser beam output command 301 are set, a correction means 7, 8 to correct a pulse width corresponding to the compared result by comparing the pulse laser beam output measured by the laser beam detector 5 with the set value outputted from the pulse command part 6 and a laser beam controller 9 to control the laser beam oscillator 1 so as to output the corrected pulse laser beam. By this constitution, the pulse output of the pulse

laser beam is kept constant as instructed, as a result, the hole shape machined to a substrate to be machined is kept constant.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-126879

(P2000-126879A)

(43)公開日 平成12年5月9日(2000.5.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 2 3 K 26/00		B 2 3 K 26/00	N 4 E 0 6 8
	3 3 0		3 3 0
// H 0 5 K 3/00		H 0 5 K 3/00	N

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平10-303697

(22)出願日 平成10年10月26日(1998.10.26)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 木下 久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 西垣 寛文

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100076174

弁理士 宮井 暎夫

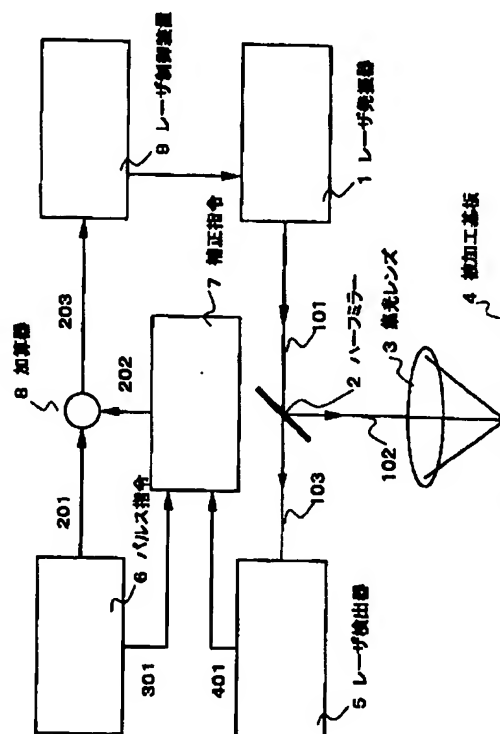
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザ加工装置およびその制御方法

(57)【要約】

【課題】 パルス発振するレーザを使用し、パルスレーザの出力を長期的に一定に制御して、ビアホール加工形状を均一にする。

【解決手段】 パルスレーザを出力するレーザ発振器1と、パルスレーザの出力を測定するレーザ検出器5と、パルス幅指令201とパルスレーザ出力指令301の関係を設定した変換テーブル10によりパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変するパルス指令部6と、レーザ検出器5により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令部6から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正する補正手段7、8と、補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器1を制御するレーザ制御装置9とを備えている。これにより、パルスレーザのパルス出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 パルスレーザを出力するレーザ発振器と、前記パルスレーザの出力を測定するレーザ検出器と、パルス幅指令とパルス出力指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変するパルス指令部と、前記レーザ検出器により測定された前記パルスレーザの出力を前記パルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するように前記レーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、前記パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えたレーザ加工装置。

【請求項2】 パルスレーザを出力するレーザ発振器と、前記パルスレーザのパルスピーク出力を検出するレーザ検出器と、パルス幅指令とパルスピーク指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスピーク出力を可変するパルス指令部と、前記レーザ検出器により検出された前記パルスレーザのピーク値を前記パルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正すると共に前記設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するように前記レーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、前記パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えたレーザ加工装置。

【請求項3】 パルスレーザを出力するレーザ発振器と、前記パルスレーザの出力を測定するレーザ検出器と、パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定手段によって作成した変換テーブルを用いてパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変するパルス指令部と、前記レーザ検出器により測定された前記パルスレーザの出力を前記パルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて前記変換テーブルを変更する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するように前記レーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、前記パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えたレーザ加工装置。

【請求項4】 パルスレーザを出力するレーザ発振器と、前記パルスレーザのパルスピーク出力を検出するレーザ検出器と、パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定手段によって作成した変換テーブルを用いてパルスピーク出力を可変するパルス指令部と、前記レーザ検出器により検出された前記パルスレーザのピーク値を前記パルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて前記変換テーブルを変更すると共に前記設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するように前記レーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、前記パルスレーザで被加工物に穴加工する手段

とを備えたレーザ加工装置。

【請求項5】 パルスレーザを出力するレーザ発振器と、前記パルスレーザの出力を測定するレーザ検出器と、パルス指令値を変更することでパルスレーザ出力を可変するパルス指令部と、前記レーザ検出器により測定された前記パルスレーザの出力を前記パルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するように前記レーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、前記パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えたレーザ加工装置。

【請求項6】 パルスレーザを出力するレーザ発振器と、前記パルスレーザのパルスピーク出力を検出するレーザ検出器と、パルス指令値を変更することでパルスピーク出力を可変するパルス指令部と、前記レーザ検出器により検出された前記パルスレーザのピーク値を前記パルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正すると共に前記設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するように前記レーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、前記パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えたレーザ加工装置。

【請求項7】 パルス指令値は、パルス幅指令とパルスピーク指令を出力する請求項5または6記載のレーザ加工装置。

【請求項8】 パルスレーザの出力を測定する過程と、パルス幅指令とパルス出力指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変する過程と、前記パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、前記補正過程は前記パルスレーザの出力が変化した時に、前記パルス幅を補正することで、前記パルスレーザ出力を一定にするよう制御することを特徴とするレーザ加工装置の制御方法。

【請求項9】 パルスレーザのパルスピーク出力を検出する過程と、パルス幅指令とパルスピーク指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスピーク出力を可変する過程と、前記パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正すると共に前記設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、前記補正過程は前記パルスレーザのピーク値が変化した時に、前記パルス幅を補正することで、前記パルスピーク出力を一定にするよう制御することを特徴とするレーザ加工装置の制御方法。

【請求項10】 パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定過程と、前記設定過程によって作成した変換テーブルを用いてパルスレーザ出力を可

変する過程と、前記パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて前記変換テーブルを変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、前記補正過程は前記パルスレーザの出力が変化した時に、前記パルス幅を補正することで、前記パルスレーザ出力を一定にするよう制御することを特徴とするレーザ加工装置の制御方法。

【請求項11】 パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定過程と、前記設定過程によって作成した変換テーブルを用いてパルスピーク出力を可変する過程と、前記パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて前記変換テーブルを変更すると共に前記設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、前記補正過程は前記パルスレーザのピーク値が変化した時に、前記パルス幅を補正することで、前記パルスピーク出力を一定にするよう制御することを特徴とするレーザ加工装置の制御方法。

【請求項12】 パルス指令値を変更することでパルスレーザ出力を可変する過程と、前記パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、前記補正過程は前記パルスレーザの出力が変化した時に、前記パルス指令値を補正することで、前記パルスレーザ出力を一定にするよう制御することを特徴とするレーザ加工装置の制御方法。

【請求項13】 パルス指令値を変更することでパルスピーク出力を可変する過程と、前記パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正すると共に前記設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、前記補正過程は前記パルスレーザのピーク値が変化した時に、前記パルス指令値を補正することで、前記パルスピーク出力を一定にするよう制御することを特徴とするレーザ加工装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、パルスレーザを用いて穴加工するレーザ加工に関するものであり、特に多層プリント基板の製造工程において、基板の層間に高品質な穴加工するために、パルスレーザの出力を一定に制御するレーザ加工装置およびその制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば、多層プリント基板の層間を電気的に接続するためのビアホール加工方法は、多層プリン

ト基板の指示された位置にパルスレーザを照射してビアホール加工をする。その後に過マンガン酸により穴底に残ったスミヤを除去し、電気めっきによって層間を電気的に接続する。層間を電気めっきで接続してヒートショックテストに耐える長期信頼性を確保するには、長期的にパルスレーザのパワーを一定にコントロールすることで、ビアホールの加工形状を均一にしてみっき厚を均一にできるレーザ加工方法が必要不可欠である。従来のレーザ加工装置を図11を用いて説明する。図11において、1はレーザ発振器、2はレーザービームを2分割するハーフミラー、18は積分球等のレーザーエネルギーを時間平均で検出する検出器、17は光量を制御しレーザービームをパルス波に変換する光変調器（以下、EO変調器と呼ぶ）、3は集光レンズ、4は被加工基板、9はレーザエネルギーを制御するレーザ制御装置、19はレーザ出力指令、15はレーザの出力指令からレーザの出力を減算する減算器、16はレーザ出力指令に前記減算器の出力を加算する加算器である。

【0003】以上のように構成された従来のレーザ加工装置によるレーザ加工方法についてその動作を説明する。レーザ発振器1から連続発振されたレーザービーム101は、ハーフミラー2によって2分岐され、分岐された一方のレーザービーム103は検出器18に照射されてそのレーザ出力を検出する。このとき、レーザ出力指令19より出力されたレーザ出力指令値301からレーザ出力402を減算した補正值313とレーザ出力指令値301の加算値314をレーザ制御装置9に入力し、レーザ制御装置9はレーザ発振器1のレーザ出力を指令する。上記の構成によってレーザ出力が所定の出力になるようフィードバック制御する。分岐された他方のレーザービーム102は上記のフィードバック制御を受けながら、EO変調器17によって加工に必要なパルスレーザ104に変換される。その後、被加工基板4に焦点を結ぶように集光レンズ3に入射される。こうして被加工基板4にパルスレーザを照射することでビアホール加工する。また、被加工基板4はXYテーブル等の上に配置され、ビアホール加工がすむと、次に加工すべき座標に移動してビアホール加工することで、被加工基板4全体にビアホール加工を実施する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上の従来の技術においては、以下に示すような課題が存在している。従来例においては、連続発振するレーザの出力を検出してフィードバック制御によって出力を一定にした後に、EO変調器17によってパルスレーザに変換しているために、構成が複雑でエネルギーの利用効率が悪いという課題がある。

【0005】したがって、この発明の目的は、以上のような問題点を鑑み、パルス発振するレーザを使用し、パルスレーザの出力を長期的に一定に制御して、ビアホー

ルの加工形状を均一にする安価なレーザ加工装置およびその制御方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためにこの発明の請求項1記載のレーザ加工装置は、パルスレーザを出力するレーザ発振器と、パルスレーザの出力を測定するレーザ検出器と、パルス幅指令とパルス出力指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変するパルス指令部と、レーザ検出器により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えている。

【0007】このように、パルス指令部においてパルス幅指令とパルス出力指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザの出力が変化した時に、パルスレーザ出力を一定にすることができ、このため、パルスレーザのパルス出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0008】請求項2記載のレーザ加工装置は、パルスレーザを出力するレーザ発振器と、パルスレーザのパルスピーク出力を検出するレーザ検出器と、パルス幅指令とパルスピーク指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスピーク出力を可変するパルス指令部と、レーザ検出器により検出されたパルスレーザのピーク値をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えている。

【0009】このように、パルス指令部においてパルス幅指令とパルスピーク指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスピーク出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により検出されたパルスレーザのピーク値をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更し、レー

ザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザのピーク値が変化した時に、パルスピーク出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルスピーク出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。特に比較的大きなパルスピーク値を必要とする被加工基板への穴加工において均一な加工が実現できる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0010】請求項3記載のレーザ加工装置は、パルスレーザを出力するレーザ発振器と、パルスレーザの出力を測定するレーザ検出器と、パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定手段によって作成した変換テーブルを用いてパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変するパルス指令部と、レーザ検出器により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えている。

【0011】このように、パルス指令部においてパルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定手段によって作成した変換テーブルを用いてパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザの出力が変化した時に、パルスレーザ出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルス出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0012】請求項4記載のレーザ加工装置は、パルスレーザを出力するレーザ発振器と、パルスレーザのパルスピーク出力を検出するレーザ検出器と、パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定手段によって作成した変換テーブルを用いてパルスピーク出力を可変するパルス指令部と、レーザ検出器により検出されたパルスレーザのピーク値をパルス指令部から出力

された設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えている。

【0013】このように、パルス指令部においてパルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定手段によって作成した変換テーブルを用いてパルスピーク出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により検出されたパルスレーザのピーク値をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザのピーク値が変化した時に、パルスピーク出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルスピーク出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。特に比較的大きなパルスピーク値を必要とする被加工基板への穴加工において均一な加工が実現できる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0014】請求項5記載のレーザ加工装置は、パルスレーザを出力するレーザ発振器と、パルスレーザの出力を測定するレーザ検出器と、パルス指令値を変更することでパルスレーザ出力を可変するパルス指令部と、レーザ検出器により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えている。

【0015】このように、パルス指令部においてパルス指令値を変更することでパルスレーザ出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザの出力が変化した時に、パルスレーザ出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルス出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連

続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0016】請求項6記載のレーザ加工装置は、パルスレーザを出力するレーザ発振器と、パルスレーザのパルスピーク出力を検出するレーザ検出器と、パルス指令値を変更することでパルスピーク出力を可変するパルス指令部と、レーザ検出器により検出されたパルスレーザのピーク値をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正手段と、補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するレーザ制御装置と、パルスレーザで被加工物に穴加工する手段とを備えている。

【0017】このように、パルス指令部においてパルス指令値を変更することでパルスピーク出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により検出されたパルスレーザのピーク値をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザのピーク値が変化した時に、パルスピーク出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルスピーク出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。特に比較的大きなパルスピーク値を必要とする被加工基板への穴加工において均一な加工が実現できる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0018】請求項7記載のレーザ加工装置は、請求項5または6において、パルス指令値は、パルス幅指令とパルスピーク指令を出力する。このように、パルス指令値は、パルス幅指令とパルスピーク指令を出力するので、請求項5においてはパルス幅指令からパルス出力指令に変換してパルス出力を一定に保ちさらにパルスピーク指令を用いることでより正確な加工ができる。また、請求項6においてはパルスピーク指令によりパルスピーク出力を一定に保ちさらにパルス幅指令を用いることで同様により正確な加工ができる。

【0019】請求項8記載のレーザ加工装置の制御方法は、パルスレーザの出力を測定する過程と、パルス幅指令とパルス出力指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変する過程と、パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザの出力が変化した時に、パルス

幅を補正することで、パルスレーザ出力を一定にするよう制御することを特徴とする。

【0020】このように、パルスレーザの出力を測定する過程と、パルス幅指令とパルス出力指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変する過程と、パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザの出力が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスレーザ出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルス出力を的確に検出し、長期的にパルス出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

【0021】請求項9記載のレーザ加工装置の制御方法は、パルスレーザのパルスピーク出力を検出する過程と、パルス幅指令とパルスピーク指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスピーク出力を可変する過程と、パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザのピーク値が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスピーク出力を一定にするよう制御することを特徴とする。

【0022】このように、パルスレーザのパルスピーク出力を検出する過程と、パルス幅指令とパルスピーク指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスピーク出力を可変する過程と、パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザのピーク値が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスピーク出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルスピーク出力を的確に検出し、長期的にパルスピーク出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

【0023】請求項10記載のレーザ加工装置の制御方法は、パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定過程と、設定過程によって作成した変換テーブルを用いてパルスレーザ出力を可変する過程と、パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じ

てそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザの出力が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスレーザ出力を一定にするよう制御することを特徴とする。

【0024】このように、パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定過程と、設定過程によって作成した変換テーブルを用いてパルスレーザ出力を可変する過程と、パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザの出力が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスレーザ出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルス出力を的確に検出し、長期的にパルス出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

【0025】請求項11記載のレーザ加工装置の制御方法は、パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定過程と、設定過程によって作成した変換テーブルを用いてパルスピーク出力を可変する過程と、パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザのピーク値が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスピーク出力を一定にするよう制御することを特徴とする。

【0026】このように、パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定過程と、設定過程によって作成した変換テーブルを用いてパルスピーク出力を可変する過程と、パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザのピーク値が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスピーク出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルスピーク出力を的確に検出し、長期的にパルスピーク出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能で

ありエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

【0027】請求項12記載のレーザ加工装置の制御方法は、パルス指令とパルス出力指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス指令値を変更することでパルスレーザ出力を可変する過程と、パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザの出力が変化した時に、パルス指令値を補正することで、パルスレーザ出力を一定にするよう制御することを特徴とする。

【0028】このように、パルス指令とパルス出力指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス指令値を変更することでパルスレーザ出力を可変する過程と、パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザの出力が変化した時に、パルス指令値を補正することで、パルスレーザ出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルス出力を的確に検出し、長期的にパルス出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

【0029】請求項13記載のレーザ加工装置の制御方法は、パルス指令値を変更することでパルスピーク出力を可変する過程と、パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザのピーク値が変化した時に、パルス指令値を補正することで、パルスピーク出力を一定にするよう制御することを特徴とする。

【0030】このように、パルス指令値を変更することでパルスピーク出力を可変する過程と、パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザのピーク値が変化した時に、パルス指令値を補正することで、パルスピーク出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルスピーク出力を的確に検出し、長期的にパルスピーク出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大幅に向上させるこ

とができる。

【0031】

【発明の実施の形態】この発明の第1の実施の形態を図1～図4に基づいて説明する。

【0032】図1はこの発明の第1の実施の形態におけるレーザ加工装置の基本構成図、図2はこの発明の実施の形態におけるパルス指令の詳細を示す構成図、図3はこの発明の実施の形態のパルス指令とレーザ出力の関係を示すタイムチャート、図4はこの発明の実施の形態のパルス幅指令からパルス出力指令及びパルスピーク指令に変換する変換テーブルの作成方法及び経時変化等て大きく変化した時の修正方法のフローチャートを示している。

【0033】図1において、1はパルスレーザを出力するレーザ発振器、2はパルスレーザ101を2分岐するハーフミラー、3は加工用の集光レンズ、4はパルスレーザで穴加工される被加工基板、5はパルスレーザのレーザエネルギーを検出するレーザ検出器、6はレーザ発振器の出力を指令するパルス指令（パルス指令部）、7は指令したパルス出力とフィードバック値を比較して補正する補正指令、8はパルス指令と補正指令を加算する加算器、9は指令に基づいてレーザ発振器の出力を制御するレーザ制御装置である。補正指令7と加算器8で補正手段が構成される。図2において、パルス指令6の構成を示し、10はパルス幅指令201をパルス出力指令301に変換する変換テーブルである。図4において、パルス指令とパルス出力の関係を示している。この図からわかるようにパルス指令とパルス出力の関数に比例関係はなく、パルス出力はパルスレーザの時間積分によって求められる。

【0034】以上のように構成された第1の実施の形態のレーザ加工装置の動作について説明する。図1に示すように、レーザ発振器1から出力されたパルスレーザ101のパルス出力値401をレーザ検出器5によって検出し、レーザ加工に必要なレーザ出力と比較し、比較結果に応じてパルスレーザのレーザ出力を調整し、調整後のパルスレーザを被加工基板に照射して加工する。より詳細には、パルス指令6においてパルス幅指令201を出力すると共に、図5に示したフローチャートに従って、パルス幅 A_n とパルス出力 P_n の関係を測定して（ステップ1）変換テーブル10を作成する（ステップ2）。なお、パルス幅補正值が設定値をオーバーした時（ステップ3）にはパルス幅とパルス出力の関係を再測定して（ステップ4）変換テーブル10を修正する（ステップ5）。

【0035】また、変換テーブルによってパルス出力指令301を出力する。また、レーザ発振器1の出力を検出するレーザ検出器5によって検出されたパルス出力波形を時間積分してパルス出力値401を出力する。次に補正指令7によってパルス出力指令とパルス出力値を比

較してパルス幅補正指令202を出力する。次にパルス幅指令201とパルス幅補正指令202を加算器8で加算して加算値203を出力する。加算値203を入力としてレーザ制御装置9によってレーザ発振器1のパルスレーザを制御することで出力値を一定に保つことができる。出力が一定に保たれたパルスレーザ101はハーフミラー2、集光レンズ3を介して被加工基板4に照射され均一な穴形状をしたレーザ加工が実施される。

【0036】以上のようにこの実施の形態によれば、パルスレーザのパルス出力を的確に検出し、その後レーザ発振器を制御してパルス出力を一定にすることで、均一な穴形状が得られる穴加工が実行される。この場合、パルスレーザの出力が変化した時に、パルス幅を変更することで、パルスレーザ出力を一定にするよう制御する。このため、パルスレーザのパルス出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0037】また、第1の実施の形態では、予めパルス幅Anとパルス出力Pnの関係を測定して変換テーブル10としたが、第2の実施の形態ではパルス幅Anを可変してパルス出力Pnを測定する初期値の設定手段によって、変換テーブル10を作成するように構成している。すなわち、固定の変換テーブルに対して、第2の実施の形態では発振器の劣化やミラーのよごれに対応するため初期値の設定手段を実行すると、パルス幅Anとパルス出力Pnの関係を測定して変換テーブル10を修正するように構成する。この変換テーブル10を用いてパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変し、補正指令7においてレーザ検出器5により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令6から出力された設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力Pnが出力されるパルス幅An+ Δ Anを求めて変換テーブル10を変更し、レーザ制御装置9において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器1を制御するので、パルスレーザの出力が変化した時に、パルスレーザ出力を一定にするよう制御することができる。

【0038】なお、第1及び第2の実施の形態では、パルスレーザを直接ハーフミラー2に照射したが、その間にビームエキスパンダーやその他の外部光学系を入れてパルスレーザを整形してもよい。この場合はこれらのレンズの汚れによる出力の減衰も補正して出力を一定に制御することができる。

【0039】この発明の第3の実施の形態を図5及び図2～図4に基づいて説明する。

【0040】図5はこの発明の第3の実施の形態におけるレーザ加工装置の基本構成図である。この実施の形態

の構成は、第1の実施の形態の構成と比較して、パルス指令6において変換テーブル10によって変換されたパルスピーク指令302を使用すること(図2)、およびレーザ検出器5によってパルスレーザのパルスピーク出力402を検出するような構成を採用している。つまり、この実施の形態においては、パルスレーザのパルスピーク指令とレーザ検出器5で計測されたパルスピーク値を比較して、パルスピーク出力が指令値通りになるように制御している。また、補正手段は、レーザ検出器5により検出されたパルスレーザのピーク値をパルス指令6から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する。なお、パルス指令とパルス出力波形は図3と同様で、変換テーブル作成のフローチャートは図4と同様である。その他の構成効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0041】また、この第3の実施の形態では、予めパルス幅Anとパルスピーク出力Pnの関係を測定して変換テーブル10としたが、第4の実施の形態ではパルス幅Anを可変してパルスピーク出力Pnを測定する初期値の設定手段によって、変換テーブル10を作成するように構成している。

【0042】また、第1及び第2の実施の形態では、パルスレーザの出力を一定にして、穴形状を均一に加工するよう構成することで、比較的加工しやすい被加工基板の材料に適用されるが、第3及び第4の実施の形態では、比較的大きなパルスピーク値を必要とする被加工基板への穴加工において、例えば銅箔も同時に加工するスルーホール加工等において、パルスピーク出力を一定にするようフィードバック制御することで均一な穴加工が実現できる。

【0043】この発明の第5の実施の形態を図6～図9に基づいて説明する。

【0044】図6はこの発明の第5の実施の形態におけるレーザ加工装置の基本構成図、図7はこの発明の実施の形態におけるパルス指令の詳細を示す構成図、図8はこの発明の実施の形態のパルス指令とレーザ出力の関係を示すタイムチャート、図9はこの発明の実施の形態のパルス幅指令からパルス出力指令及びパルスピーク指令に変換する変換テーブルの作成方法及び経時変化等て大きく変化した時の修正方法のフローチャートを示している。

【0045】図6において、11はレーザ発振器の出力を指令するパルス指令、13は指令したパルス出力とフィードバック値を比較して補正する補正指令、12はパルス指令と補正指令を加算する加算器である。図7において、パルス指令11の構成を示し、14はパルス幅指令201とパルスピーク指令302からパルス出力指令301に変換する変換テーブルである。図8において、パルス指令とパルス出力の関係を示している。この図か

らわかるようにパルス指令とパルス出力の関係に比例関係はなく、パルス出力はパルスレーザの時間積分によって求められる。その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0046】以上のように構成されたレーザ加工装置の動作について説明する。図6に示すように、レーザ発振器1から出力されたパルスレーザ101のパルス出力値401をレーザ検出器5によって検出し、レーザ加工に必要なレーザ出力と比較し、比較結果に応じてパルスレーザのレーザ出力を調整し、調整後のパルスレーザを被加工基板に照射して加工する。より詳細には、パルス指令11においてパルス幅指令201及びパルスピーク指令302を出力すると共に、図9に示したフローチャートに従って、パルス幅 A_n とパルス出力 P_n の関係を測定して(ステップ1)変換テーブル14を作成する(ステップ2)。なおパルス幅補正値が設定値をオーバーした時(ステップ3)にはパルス幅とパルス出力の関係を再測定して(ステップ4)変換テーブルを修正する(ステップ5)。また、変換テーブルによってパルス出力指令301を出力する。またレーザ発振器の出力を検出するレーザ検出器5によって検出されたパルス出力波形を時間積分してパルス出力値401を出力する。次に補正指令11によってパルス出力指令とパルス出力値を比較してパルス幅補正指令202を出力する。次にパルス幅指令201とパルス幅補正指令202を加算器12で加算して加算値203を出力する。パルスピーク指令302及び加算値203を入力としてレーザ制御装置9によってレーザ発振器1のパルスレーザを制御することで出力値を一定に保つことができる。

【0047】以上のようにこの実施の形態においても第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。なお、第5の実施の形態では、パルスレーザを直接ハーフミラーに照射したが、その間にビームエキスパンダーやその他の外部光学系を入れてパルスレーザを整形してもよい。この場合はこれらのレンズの汚れによる出力の減衰も補正して出力を一定に制御することができる。

【0048】この発明の第6の実施の形態を図10及び図8、図9に基づいて説明する。

【0049】図10はこの発明の第6の実施の形態におけるレーザ加工装置の基本構成図である。この実施の形態の構成は、第5の実施の形態の構成と比較して、パルス指令11において指令されたパルスピーク指令302を使用すること、およびレーザ検出器5によってパルスレーザのパルスピーク出力を検出するような構成を採用している。つまり、この実施の形態においては、パルスレーザのパルスピーク指令とレーザ検出器5で計測されたパルスピーク値を比較して、パルスピーク出力が指令値通りになるように制御している。なお、パルス指令とパルス出力波形は図8と同様で、変換テーブル作成のフローチャートは図9と同様である。その他の構成効果

は、第5の実施の形態と同様である。

【0050】また、第5の実施の形態では、パルスレーザの出力を一定にして、穴形状を均一に加工するよう構成することで、比較的加工しやすい被加工基板の材料に適用されるが、第6の実施の形態では、比較的大きなパルスピーク値を必要とする被加工基板への穴加工において、例えば銅箔も同時に加工するスルーホール加工等において、パルスピーク出力を一定にするようフィードバック制御することで均一な穴加工が実現できる。

【0051】なお、各実施の形態において、ハーフミラーの取付け位置を被加工基板の近くに設置することによって、レーザ発振器とハーフミラー間に設置された光学部品の汚れ等による出力低下も補正することができる。

【0052】

【発明の効果】この発明の請求項1記載のレーザ加工装置によれば、パルス指令部においてパルス幅指令とパルス出力指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザの出力が変化した時に、パルスレーザ出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルス出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0053】この発明の請求項2記載のレーザ加工装置によれば、パルス指令部においてパルス幅指令とパルスピーク指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスピーク出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により検出されたパルスレーザのピーク値をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザのピーク値が変化した時に、パルスピーク出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルスピーク出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。特に比較的大きなパルスピーク値を必要とする被加工基板への穴加工において均一な加工が実現できる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅

に向上させることができる。

【0054】この発明の請求項3記載のレーザ加工装置によれば、パルス指令部においてパルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定手段によって作成した変換テーブルを用いてパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザの出力が変化した時に、パルスレーザ出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルス出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0055】この発明の請求項4記載のレーザ加工装置によれば、パルス指令部においてパルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定手段によって作成した変換テーブルを用いてパルスピーク出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により検出されたパルスレーザのピーク値をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザのピーク値が変化した時に、パルスピーク出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルスピーク出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。特に比較的大きなパルスピーク値を必要とする被加工基板への穴加工において均一な加工が実現できる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0056】この発明の請求項5記載のレーザ加工装置によれば、パルス指令部においてパルス指令値を変更することでパルスレーザ出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により測定されたパルスレーザの出力をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザの出力が変化した時に、

パルスレーザ出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルス出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0057】この発明の請求項6記載のレーザ加工装置によれば、パルス指令部においてパルス指令値を変更することでパルスピーク出力を可変し、補正手段においてレーザ検出器により検出されたパルスレーザのピーク値をパルス指令部から出力された設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更し、レーザ制御装置において補正されたパルスレーザを出力するようにレーザ発振器を制御するので、パルスレーザのピーク値が変化した時に、パルスピーク出力を一定にするよう制御することができる。このため、パルスレーザのパルスピーク出力を指示通り一定に保つことができ、その結果被加工基板に加工された穴の形状を一定に保つことができる。特に比較的大きなパルスピーク値を必要とする被加工基板への穴加工において均一な加工が実現できる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能であり利用効率を大幅に向上させることができる。

【0058】請求項7では、パルス指令値は、パルス幅指令とパルスピーク指令を出力するので、請求項5においてはパルス幅指令からパルス出力指令に変換してパルス出力を一定に保ちさらにパルスピーク指令を用いることでより正確な加工ができる。また、請求項6においてはパルスピーク指令によりパルスピーク出力を一定に保ちさらにパルス幅指令を用いることで同様により正確な加工ができる。

【0059】この発明の請求項8記載のレーザ加工装置の制御方法によれば、パルスレーザの出力を測定する過程と、パルス幅指令とパルス出力指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスレーザ出力を可変する過程と、パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザの出力が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスレーザ出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルス出力を的確に検出し、長期的にパルス出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大

幅に向上させることができる。

【0060】この発明の請求項9記載のレーザ加工装置の制御方法によれば、パルスレーザのパルスピーク出力を検出する過程と、パルス幅指令とパルスピーク指令の関係を設定した変換テーブルによりパルス幅を変更することでパルスピーク出力を可変する過程と、パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてパルス幅を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザのピーク値が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスピーク出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルスピーク出力を的確に検出し、長期的にパルスピーク出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

【0061】この発明の請求項10記載のレーザ加工装置の制御方法によれば、パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定過程と、設定過程によって作成した変換テーブルを用いてパルスレーザ出力を可変する過程と、パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザの出力が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスレーザ出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルス出力を的確に検出し、長期的にパルス出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

【0062】この発明の請求項11記載のレーザ加工装置の制御方法によれば、パルス幅 A_n を可変してパルス出力 P_n を測定する初期値の設定過程と、設定過程によって作成した変換テーブルを用いてパルスピーク出力を可変する過程と、パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてそれぞれのパルス出力 P_n が出力されるパルス幅 $A_n + \Delta A_n$ を求めて変換テーブルを変更すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザのピーク値が変化した時に、パルス幅を補正することで、パルスピーク出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルスピーク出力を的確に検出し、長期的にパルスピーク出力を一定にして結果として均一な穴形状が得

られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

【0063】この発明の請求項12記載のレーザ加工装置の制御方法によれば、パルス指令値を変更することでパルスレーザ出力を可変する過程と、パルスレーザの出力を設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザの出力が変化した時に、パルス指令値を補正することで、パルスレーザ出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルス出力を的確に検出し、長期的にパルス出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

【0064】この発明の請求項13記載のレーザ加工装置の制御方法によれば、パルス指令値を変更することでパルスピーク出力を可変する過程と、パルスレーザのピーク値を設定値と比較してその結果に応じてパルス指令値を補正すると共に設定値を補正後の新しい設定値に変更する補正過程と、補正されたパルスレーザで被加工物に穴加工する過程とを含み、補正過程はパルスレーザのピーク値が変化した時に、パルス指令値を補正することで、パルスピーク出力を一定にするよう制御するので、パルスレーザのパルスピーク出力を的確に検出し、長期的にパルスピーク出力を一定にして結果として均一な穴形状が得られる。また、パルスレーザのパルス出力を直接制御するので、連続発振しているレーザのパルス整形制御に比べて、レーザ光の無駄な発振を回避することが可能でありエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の形態のレーザ加工装置の基本構成図である。

【図2】この発明の第1及び第2の実施の形態のパルス指令の構成図である。

【図3】この発明の第1及び第2の実施の形態のパルス指令とパルス出力波形のタイムチャートである。

【図4】この発明の第1及び第2の実施の形態の変換テーブル作成のフローチャートである。

【図5】この発明の第3の実施の形態のレーザ加工装置の基本構成図である。

【図6】この発明の第5の実施の形態のレーザ加工装置の基本構成図である。

【図7】この発明の第5の実施の形態のパルス指令の構成図である。

【図8】この発明の第5及び第6の実施の形態のパルス

指令とパルス波形のタイムチャートである。

【図9】この発明の第5及び第6の実施の形態の変換テーブル作成のフローチャートである。

【図10】この発明の第6の実施の形態のレーザ加工装置の基本構成図である。

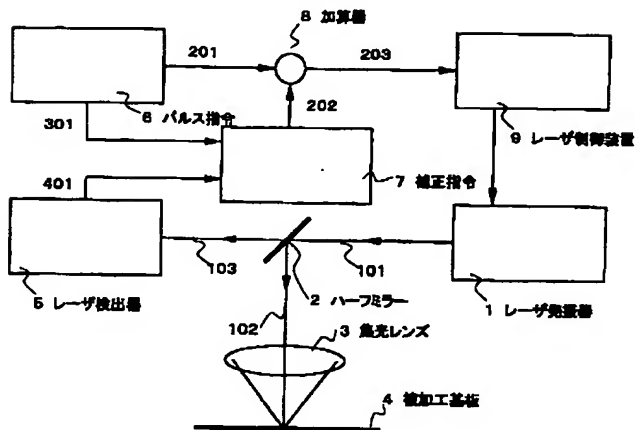
【図11】従来例のレーザ加工装置の基本構成図である。

【符号の説明】

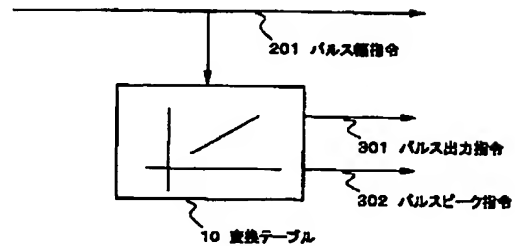
- 1 レーザ発振器
- 2 ハーフミラー
- 3 集光レンズ

- 4 被加工物基板
- 5 レーザ検出器
- 6, 11 パルス指令
- 7, 13 補正指令
- 8, 12 加算器
- 101, 102, 103 パルスレーザ
- 201, 202, 203 パルス幅指令
- 301 パルス出力
- 302 パルスピーク指令
- 401 パルス出力値
- 402 パルスピーク値

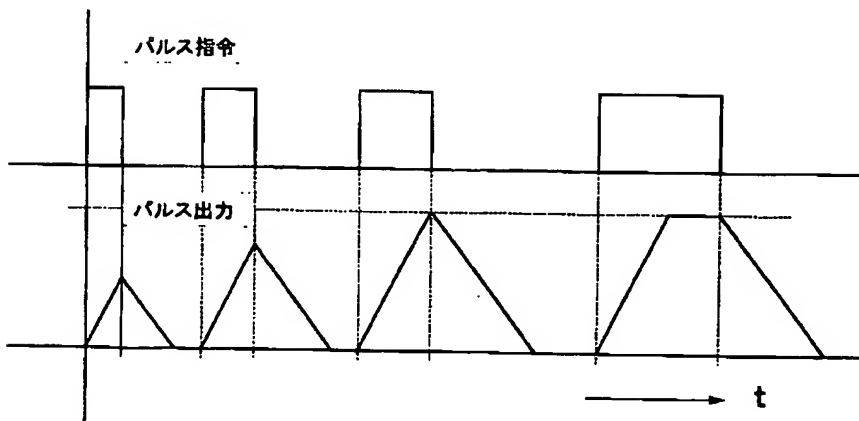
【図1】



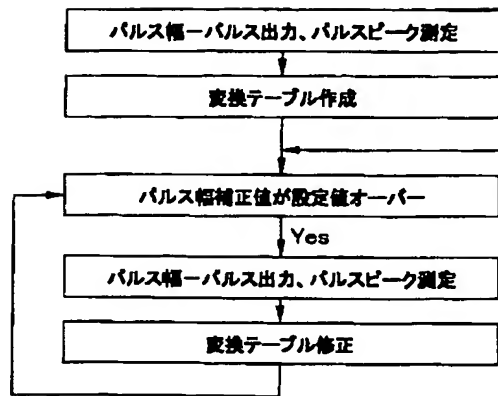
【図2】



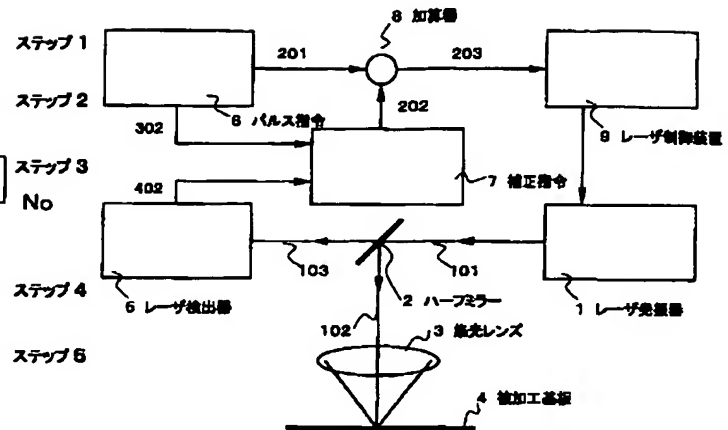
【図3】



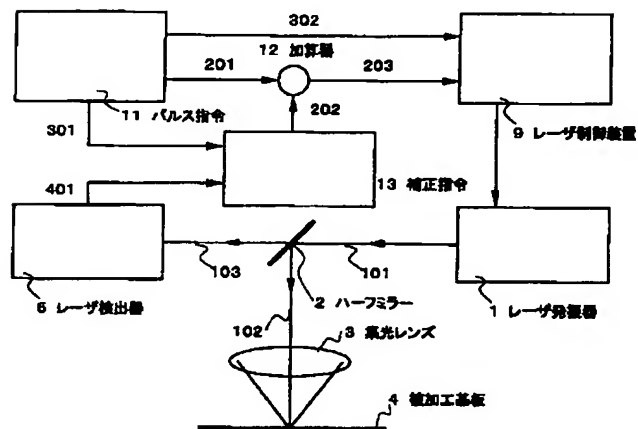
【図4】



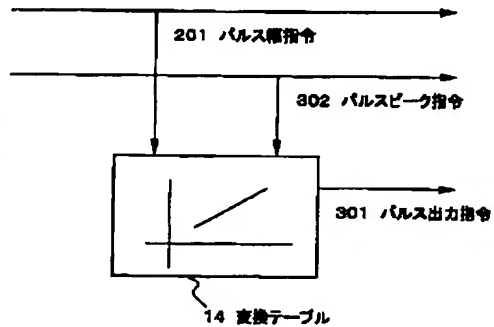
【図5】



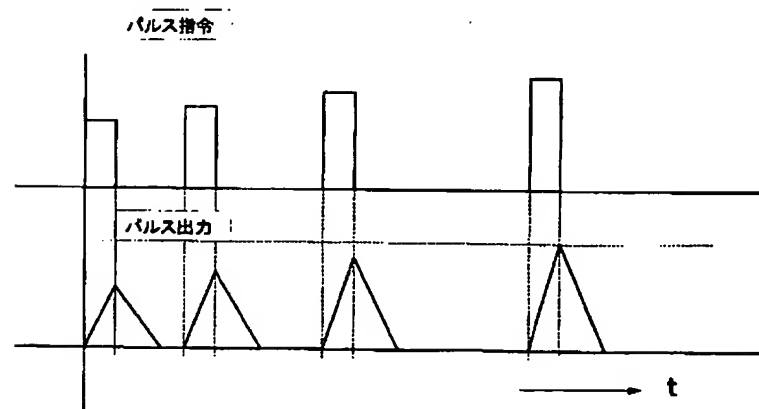
【図6】



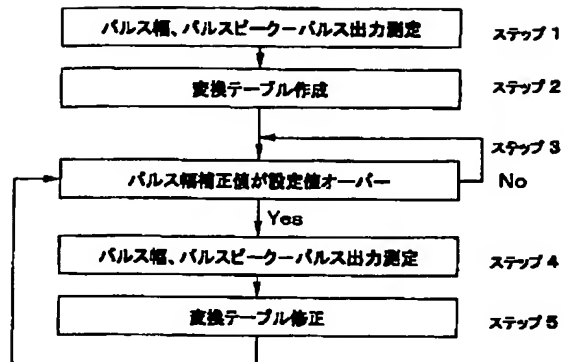
【図7】



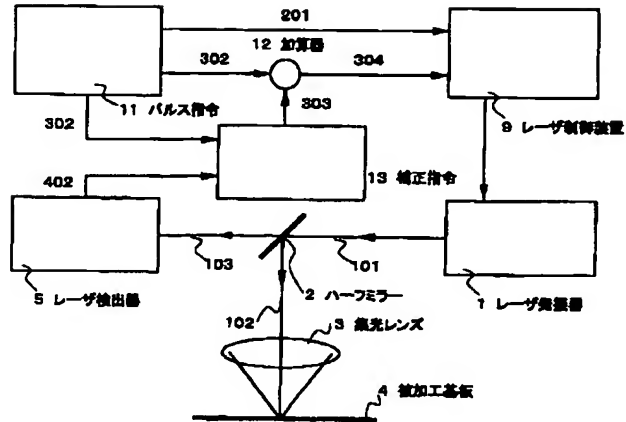
【図8】



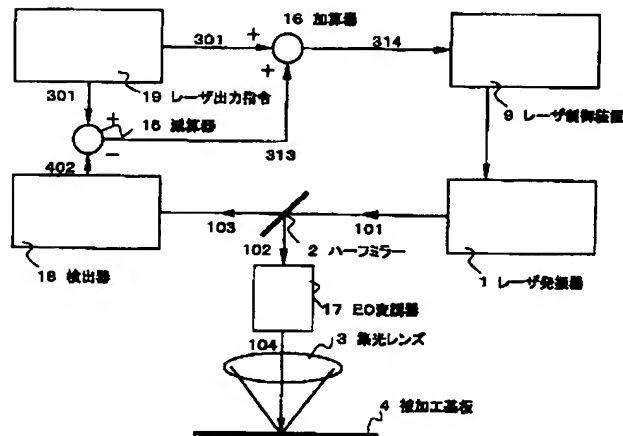
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 唐▲崎▼ 秀彦
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 永利 英昭
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
Fターム(参考) 4E068 AF01 CA02 CA03 CC00 DA11